

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-027153

(43)Date of publication of application : 29.01.2004

(51)Int.Cl.

C08F 2/54  
G21K 5/04  
H01J 37/06  
H01J 37/305

(21)Application number : 2002-189760

(71)Applicant : TOPPAN PRINTING CO LTD

(22)Date of filing : 28.06.2002

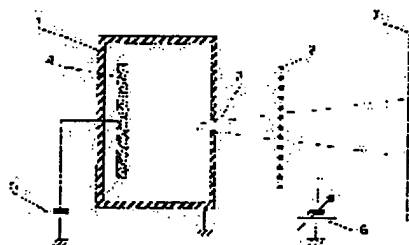
(72)Inventor : ISHII RYOJI

## (54) ELECTRON BEAM APPARATUS AND METHOD FOR CURING RESIN

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To cure a radiation curable resin by flat electron beam of stable and controllable beam current.

SOLUTION: At least one net electrode 3 which generates an electric field is placed between one electron gun, which irradiates through a slit of metal shield box 1 a flat beam of electron radiated from the surface of a plane cathode 4, and one irradiation plate 7 on which radiation curable resin is fixed and cured.



### \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

### CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]

An electron beam device characterized by what at least one equipped for an electron gun which generates an electron emitted from the surface of plane cathode as an electron beam more planate than a metal shield box with a slit with a net electrode which generates an electric field

between this plane cathode and an irradiation surface of an electron beam.

[Claim 2]

The electron beam device according to claim 1 fixing to this irradiation surface and stiffening radiation-curing type resin.

[Claim 3]

The electron beam device according to claim 2, wherein said radiation-curing type resin is a monomer or oligomer.

[Claim 4]

To an electron gun by which it is generated as an electron beam more planate than a metal shield box with a slit, an electron emitted from the surface of plane cathode. A curing method of resin providing at least one net electrode which generates an electric field between this plane cathode and an irradiation surface of an electron beam, fixing to this irradiation surface and stiffening radiation-curing type resin.

[Claim 5]

A curing method of the resin according to claim 4, wherein said radiation-curing type resin is a monomer or oligomer.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]

this invention relates to an electron beam device -- especially -- flat-surface beam shape -- stability and control -- it is suitably [ to acquire an easy electron beam current value ] available.

[0002]

[Description of the Prior Art]

The process which exploited electron energy easily can be performed by making an electron bunch and generally, forming an electron beam. A typical electron beam bunches the electron emitted as a thermal electron in a deviation magnetic field or a convergence magnetic field, and forms the electron beam. A thermal electron can be emitted to a filament only by sending current. Since the electronic source of release is local in order that this method may use the electron from a filament, the electron beam itself is a small area. In addition, although there is also a method which heats a metal surface and to which a thermal electron is made to emit, the electron beam of any method is a small area in many cases.

[0003]

An electron beam generator is roughly divided into an electron generation part and a beam forming part by two. Since electrons are constituent particles of all the elements, all elements may be able to be used as a supply source which generates an electron. Since generating of an electron is mainly from a surface of metal in many cases, it becomes generating of the charged

particle from a fixing face, and there is no change in the starting point of an electron orbit. Considering the atom in the free space in a vacuum, it can be said that the electron of the outermost shell of the atom which exists independently is in the energy in the state where only ionization potential was restricted. Since it is influenced by the potential energy of the atom in which many electrons in metal exist in the neighborhood to it, it is in a state low by the potential energy called a work function. This work function is a value lower than ionization potential.

[0004]

There are a method of separating an electron from the atom which exists independently as an electronic evolution method, making plasma, and performing electron emission from there, and an evolution method of the electron from a solid surface like metal. Since the former method has an advantage which can form a beam in the range which the space pulls out in order to pull out an electron from plasma space, it is a useful method when using the electron beam comparatively turned to a large area. The latter mainly serves as developmental mechanics of the electron from a surface of metal, and the evolution methods differ by by what kind of method the energy more than a metaled work function is given. A typical example has thermoelectronic emission, secondary electron emission, photoelectric emission, field emission, and an ion bombardment.

[0005]

The density of plasma of a positive ion and an electron is equal, and it is in the state stable in potential where the positive and negative amount of space charge balanced. If there is an electrode which has positive voltage to the voltage of plasma, this balance will collapse, the ion can do the sheath in which it is opposed and only an electron exists, and an electron is accelerated toward an electrode. Although the electron current of which can be taken out from plasma changes by the conditions of plasma at this time, this current amount is called electronic saturation current. It is theoretically impossible to generate an electron beam with the current value beyond this electronic saturation current by a plasma process. A comparatively broad electron beam will be easily acquired, if the electronic generating side spreads out spatially. The typical thing has realized the broad electron beam by pulling out the electron from the plasma made to discharge in a metal box by a slit. However, since plasma is not stabilized depending on a discharging condition, there is a fault where an electron beam is not stabilized.

[0006]

Organic resin can be hardened using such an electron beam generator. Radiation curing which excelled [ cure rate ] in productivity quickly as a curing method of organic resin is often used. The monomer and oligomer of the acrylate of a radiation-curing type [ resin / which is used ] or methacrylate are used. Such a monomer and oligomer are stiffened by irradiating with an electron beam, and it is used in various industrial fields.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]

Although this electron beam is an electron from plasma, an electron beam will also become unstable if plasma is unstable, since what accelerated that electron with accelerating voltage and was emitted from the slit is used. The controllable good electron beam is made profitably like, without being influenced by the stability of plasma.

[0008]

If it emits and spreads even if it generates an electron beam with many electron amounts, electron energy cannot be exploited effectively. In order that many parameters, such as voltage, current, etc. of the power supply supplied to the pressure and electrode of a plasma atmosphere in order to have to change the energy inside plasma also into the current value of an electron beam being controlled, might act mutually, there was a field difficult for beam-current-values control until now. In particular, in a portion with a low current value of an electron beam, since plasma maintenance current tended to be insufficient, it was easy to be influenced by plasma stability, and there was a problem that an as desired current value was not acquired.

[0009]

As a result, when it irradiated with an electron beam and radiation-curing type resin was hardened, a process not only becomes unstable, but unnecessary excess electrons increased in number and there was a problem that electrification to the organic layer and substrate which are

obtained by hardening took place.

[0010]

this invention is what was made in view of the fault of the starting conventional technology -- flat-surface beam shape -- stability and control -- it is an easy electron beam current value, and let it be SUBJECT to enable it to harden radiation-curing type resin.

[0011]

[Means for Solving the Problem]

In order to attain above-mentioned SUBJECT in this invention, first in an invention of claim 1. It is considered as an electron beam device characterized by what at least one was provided with a net electrode which generates an electric field between this plane cathode and an irradiation surface of an electron beam in an electron gun which generates an electron emitted from the surface of plane cathode as an electron beam more planate than a metal shield box with a slit for.

[0012]

In an invention of claim 2, it is considered as the electron beam device according to claim 1 fixing to this irradiation surface and stiffening radiation-curing type resin.

[0013]

In an invention of claim 3, it is considered as the electron beam device according to claim 2, wherein said radiation-curing type resin is a monomer or oligomer.

[0014]

To an electron gun which generates an electron emitted from the surface of plane cathode as an electron beam more planate than a metal shield box with a slit in an invention of claim 4. At least one net electrode which generates an electric field is provided between this plane cathode and an irradiation surface of an electron beam, and it is considered as a curing method of resin fixing to this irradiation surface and stiffening radiation-curing type resin.

[0015]

In an invention of claim 5, it is considered as a curing method of the resin according to claim 4, wherein said radiation-curing type resin is a monomer or oligomer.

[0016]

[Embodiment of the Invention]

Below, an embodiment of the invention is described.

[0017]

In the electron beam device of this invention, a net electrode is inserted between [ from the plasma source which generates an electron ] irradiation surfaces, and the same polar voltage as the negative pole was applied to the net electrode. It devised so that the electron beam current value which was easy to control and where they was stabilized by changing into the state of ruling over at space charge limitation by doing so between the negative pole and the net electrode which are plasma sources could be taken out. That is, since negative voltage is impressed, the electron from the negative pole becomes difficult to flow, and a control grid considers a net electrode to be a control grid, and makes a space-charge-limitation state between negative pole-control grids.

[0018]

An electron beam serves as a high-speed electron, and is made to emit with the high tension concerning the negative pole side from the plasma state in which the electron and ion ionized from the neutral particle exist. Although most current values are decided by ambient pressure power of the gas used as the voltage, current, and plasma concerning the negative pole, the electron beam, A net electrode is arranged on the orbit of an electron beam, the electron emitted from the negative pole by applying there the same negative voltage as an electron will be in a space-charge-limitation state, and it will become a current value proportional to the 3-/square of inter-electrode voltage. This space-charge-limitation state is a phenomenon which happens when the charged particle of like-pole nature makes a group.

[0019]

stable by adjusting the voltage which takes out space charge limited current by using a net electrode, and is applied to a net electrode -- control -- it became possible to obtain easy beam

current values.

[0020]

Although the electron beam device of this invention is broadly applicable to the device which generates an electron beam, it is an electron beam device used especially in a vacuum, and the case where it is put under the decompression which is easy to generate plasma is useful.

[0021]

Plasma is generated between the negative pole and the anode. The negative pole requires negative voltage. Negative voltage says here that it is minus to earth potentials. Since the anode is made into earth potentials in many cases, if it is a metal device, a metal outer wall will serve as the anode. Since it is easy to make it emit from a slit in order to make an electron beam, the negative pole is made to build in the metal boxes to which the slit was attached, and plasma is generated. If the high tension beyond 1000V is added to the negative pole, electrons with the energy will be emitted from a slit. Although the electron which came out of the slit requires repulsive force in its Coulomb force and has breadth, it can acquire an electron beam on a flat surface.

[0022]

The arbitrary voltage of the negative potential of a direct current is applied to a net electrode. Although the beam current values decided by space charge limited current by adjusting this voltage are changed free, bigger beam current values than the discharge current of theory top plasma cannot be obtained. A controllable good beam can be obtained with this net electrode, and stability can also be raised further. The net electrode can also bear a stainless steel wire at use, if beam current values are several milliamperes – tens of mA order. Although not limited, since the effect of an electric field shows up greatly, especially the stitch size of a net electrode has a thing of 150–300 meshes preferred at 0.050 mm – 0.030 mm of wire sizes. The stainless steel wire uses what is specified to JIS G 4309.

[0023]

Since an electron is pulled out from plasma, space serves as an electron source. Therefore, since the volume of plasma will also spread if the electrode and metal box for plasma generations are enlarged, it can realize easily to make an electron beam large to the cross direction of a slit profitably like. Also at this time, since area of a net electrode can be enlarged easily, even when using the electron beam of a broad form, current control can be performed easily.

[0024]

For the example of the acrylate monomer which can be hardened as radiation-curing type resin, and oligomer, using such an electron beam generator. Diethylene glycol diacrylate, triethylene glycol diacrylate, Tripropylene glycol diacrylate, 1–6–hexadiol diacrylate, 1–9–nonanediol diacrylate, dimethylol–tricyclodecane diacrylate, Although EO (ethyleneoxide) denaturation trimethylolpropane triacrylate, PO (propylene oxide) denaturation trimethylolpropane triacrylate, etc. are mentioned, if it is the monomer and oligomer containing an acrylic group, it will not restrict to these.

[0025]

[Example]

Below, the example of this invention is described concretely.

[0026]

<Example 1>

The electron beam device of Example 1 of this invention is shown in drawing 1. This device was put into vacuum devices and it decompressed to  $1.0 \times 10^{-1}$  Pa. The case 1 (75 mm long.) made from SUS (Steel Use Stainless) of the rectangle which introduced the Ar gas for generating plasma and rationalized internal pressure 200 mm wide, the depth of 450 mm, and the thickness of 15 mm were provided, and the slit 2 (space width of 1.5 mm, depth of 400 mm) was attached. The source 6 of direct-current good transformation is connected to the net electrode 3 so that negative voltage may be added, DC power supply 5 are connected to the discharge electrode 4 (60 mm, the side of 400 mm, and 36 mm in thickness), and plasma is generated. [made from SUS] [long] As 10 kV, discharge electrode voltage generated plasma by 80 mA of discharge current, and generated the electron beam. It enabled it to apply the voltage of –200 – –500V to

the net electrode 3, and the current density which arrives at the electron beam irradiation surface 7 was measured.

[0027]

<Comparative example 1>

The net electrode 3 was removed with the electron beam device of Example 1, as 10 kV, discharge electrode voltage generated discharge current with the composition which does not have anything between the slit 2 and the electron beam irradiation surface 7, and generated plasma at 80 mA, and the electron beam was generated. The current density which arrives at the electron beam irradiation surface 7 was measured.

[0028]

[Table 1]

網電極電圧[V]		0	-200	-300	-400	-500	安定性
電流密度 [ $\mu$ A/cm <sup>2</sup> ]	実施例1	-	3.9	3.4	2.5	1.8	○
	比較例1	5.0	-	-	-	-	×

[0029]

Although current density became low in Example 1 in this table 1, when the rate of current variation operated for 1 hour or more was seen, stability went up. The electron beam of low current could also be acquired by changing net electrode voltage, and electron beam current was able to be changed, without changing the pressure and discharge current of plasma.

[0030]

<Example 2>

The PET (polyethylene terephthalate) film of 25-micrometer thickness was put in vacuum devices, and it fixed to the electron beam irradiation surface of the electron beam device of Example 1. The resin monomer of acrylate (3 EG-A by Kyoisha chemicals incorporated company) was made to adhere, and it was made to irradiate with an electron beam on this film. It was made to harden by discharge voltage [ of 10 kV ], 80 mA of discharge current, and net electrode voltage-200V. The organic layer thickness obtained by hardening was set to 0.5 micrometer, and was able to harden sufficient resin.

[0031]

[Effect of the Invention]

The electron beam device of this invention can control easily the electron beam current value which changes by the pressure, and discharge voltage and current of plasma by inserting another electrode between plane cathode and the irradiation surface of an electron beam, and changing voltage. Since plasma can carry out voltage control of the low current electron beam which tends to become unstable, the electron beam device of this invention can improve stabilization of a process greatly. Furthermore, since the electron beam device of this invention can harden a monomer and oligomer with the low current electron beam by which voltage control was carried out, it can also be charged few to an organic layer or a substrate by lessening an excess electron unnecessary to hardening.

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is a sectional view showing the example of composition of the electron beam device of this invention.

[Description of Notations]

- 1 — Case made from SUS
- 2 — Slit
- 3 — Net electrode
- 4 — Discharge electrode
- 5 — DC power supply
- 6 — Source of direct-current good transformation
- 7 — Electron beam irradiation surface

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]It is a sectional view showing the example of composition of the electron beam device of this invention.

[Description of Notations]

1 --- Case made from SUS

2 --- Slit

3 --- Net electrode

4 --- Discharge electrode

5 --- DC power supply

6 --- Source of direct-current good transformation

7 --- Electron beam irradiation surface

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

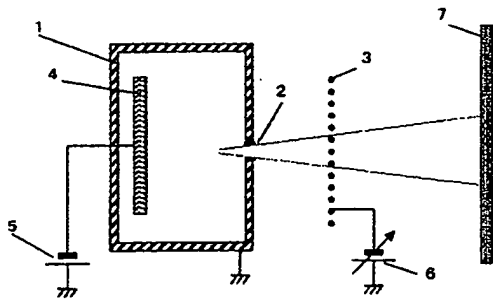
3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DRAWINGS**

---

[Drawing 1]



---

[Translation done.]



(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-27153

(P2004-27153A)

(43) 公開日 平成16年1月29日 (2004.1.29)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

C08F 2/54  
G21K 5/04  
H01J 37/06  
H01J 37/305

F I

C08F 2/54  
G21K 5/04  
H01J 37/06  
H01J 37/305

テーマコード (参考)

4J011  
5C030  
5C034

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2002-189760 (P2002-189760)  
(22) 出願日 平成14年6月28日 (2002.6.28)

(71) 出願人 000003193  
凸版印刷株式会社  
東京都台東区台東1丁目5番1号  
(72) 発明者 石井 良治  
東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印  
刷株式会社内  
Fターム (参考) 4J011 AA01 DB22 QA11 QA13 QA24  
QA34 QB16 UA03 VA01  
5C030 BB17 BC06  
5C034 BB01 BB10

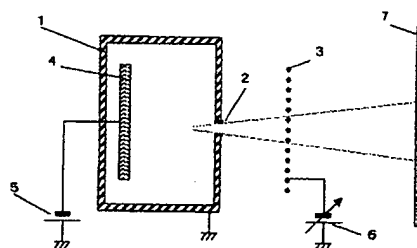
(54) 【発明の名称】 電子ビーム装置及び樹脂の硬化方法

(57) 【要約】

【課題】 平面ビーム状で安定かつ制御容易な電子ビーム電流値で、放射線硬化型樹脂の硬化が行なえるようにすること。

【解決手段】 平面陰極4の表面から放出される電子をスリット2付きの金属遮蔽箱1より平面状の電子ビームとして発生する電子銃に、該平面陰極1と電子ビームの照射面7との間に電界を発生する網電極3を少なくとも一つ設け、放射線硬化型樹脂を該照射面7に固定して硬化させることを特徴とする樹脂の硬化方法によって、上記課題を解決する。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

平面陰極の表面から放出される電子をスリット付きの金属遮蔽箱より平面状の電子ビームとして発生する電子銃に、該平面陰極と電子ビームの照射面との間に電界を発生する網電極を少なくとも 1 つは備えたことを特徴とする電子ビーム装置。

## 【請求項 2】

放射線硬化型樹脂を該照射面に固定して硬化させることを特徴とする請求項 1 に記載の電子ビーム装置。

## 【請求項 3】

前記放射線硬化型樹脂がモノマーまたはオリゴマーであることを特徴とする請求項 2 に記載の電子ビーム装置。

## 【請求項 4】

平面陰極の表面から放出される電子をスリット付きの金属遮蔽箱より平面状の電子ビームとして発生する電子銃に、該平面陰極と電子ビームの照射面との間に電界を発生する網電極を少なくとも一つ設け、放射線硬化型樹脂を該照射面に固定して硬化させることを特徴とする樹脂の硬化方法。

## 【請求項 5】

前記放射線硬化型樹脂がモノマーまたはオリゴマーであることを特徴とする請求項 4 に記載の樹脂の硬化方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、電子ビーム装置に関し、特に平面ビーム状で安定かつ制御容易な電子ビーム電流値を得ることに好適に利用可能なものである。

## 【0002】

## 【従来の技術】

一般に、電子を集群させて電子ビームを形成することで、容易に電子エネルギーを利用した工程を行うことができる。代表的な電子ビームは熱電子として放出された電子を偏向磁場や集束磁場で集群して電子ビームの形成を行っている。熱電子はフィラメントに電流を流すだけで放出することができる。この方式はフィラメントからの電子を利用するため電子発生源が局所的であるので電子ビーム自体も小面積である。そのほかに、金属面を加熱し熱電子を放出させる方式もあるが、いずれの方式も電子ビームが小面積である場合が多い。

## 【0003】

電子ビーム発生装置は、電子発生部とビーム形成部に大きく二つに分けられる。電子は全ての元素の構成素粒子であるので、電子を発生する供給源としてあらゆる元素を利用できる可能性がある。電子の発生は主に金属表面からであることが多いので、固定面からの荷電粒子の発生となり電子軌道の出発点に変動がない。真空中の自由空間にある原子を考えると単独に存在する原子の最外殻の電子は電離電圧だけ束縛された状態のエネルギーにあるといえる。それに対して、金属内の電子は近くに数多く存在する原子のポテンシャルエネルギーの影響を受けるため、仕事関数と呼ばれるポテンシャルエネルギー分だけ低い状態にある。この仕事関数は電離電圧よりも低い値である。

## 【0004】

電子の発生法としては、単独に存在する原子から電子を切り離してプラズマを作りそこから電子放出を行う方法と、金属のような固体表面からの電子の発生法がある。前者の方法はプラズマ空間から電子を引き出すため、その空間の引き出す範囲でビームが形成できる利点があるので、比較的大面積に向けての電子ビームを使用するときは有用な方法である。後者は、主として金属表面からの電子の発生機構となり、どのような方法で金属の仕事関数以上のエネルギーを与えるかによって、その発生法が異なる。代表的な例は、熱電子放出、二次電子放出、光電子放出、電界放出、イオン衝撃がある。

## 【0005】

プラズマは、正イオンと電子との密度が等しく、正と負の空間電荷量が釣り合った電位的に安定な状態にある。プラズマの電圧に対して正の電圧を持つ電極があればこのバランスが崩れ、イオンは反発されて電子だけが存在するシースができ、電子が電極に向かって加速される。このとき、プラズマからどれだけの電子電流が取り出せるかはプラズマの条件によって変わるが、この電流量のことを電子飽和電流という。理論上、この電子飽和電流以上の電流値をもつ電子ビームをプラズマ法によって生成することは不可能である。比較的幅広い電子ビームは電子発生面が空間的に広がっていれば容易に得られる。代表的なものは、金属箱の中で放電させたプラズマからの電子をスリットによって引き出すことで幅広い電子ビームを実現している。ただし、放電条件によってはプラズマが安定しないため、電子ビームが安定しない欠点がある。

10

## 【0006】

このような電子ビーム発生装置を使って、有機樹脂を硬化することができる。有機樹脂の硬化方法としては、硬化速度が速く生産性に優れた放射線硬化がよく使用される。使用される樹脂は放射線硬化型のアクリレートやメタクリレートのモノマーやオリゴマーが用いられる。電子線を照射することで、このようなモノマーやオリゴマーを硬化させ、様々な工業分野で利用されている。

## 【0007】

## 【発明が解決しようとする課題】

この電子ビームはプラズマからの電子であるが、その電子を加速電圧によって加速しスリットから放出したものを利用しているのでプラズマが不安定だと電子ビームも不安定になってしまう。プラズマの安定性に左右されずに制御性の良い電子ビームを得ようとされている。

20

## 【0008】

さらに、電子量の多い電子ビームを発生させても発散し広がってしまうと電子エネルギーを有効に利用できない。また、電子ビームの電流値を制御しようにもプラズマ内部のエネルギーを変えなければいけないため、プラズマ雰囲気や電極に供給する電源の電圧・電流などの多くのパラメータが相互に作用するため今までビーム電流値制御に難しい面があった。特に、電子ビームの電流値が低い部分ではプラズマ維持電流が不足しがちなのでプラズマ安定性の影響を受けやすく、希望通りの電流値が得られないという問題点があった。

30

## 【0009】

この結果、電子ビームを照射して放射線硬化型樹脂を硬化する場合、プロセスが不安定となるだけでなく、不要な過剰電子が多くなり、硬化により得られる有機膜や基材への帯電が起こるという問題があった。

## 【0010】

本発明に係る従来技術の欠点に鑑みなされたもので、平面ビーム状で安定かつ制御容易な電子ビーム電流値で、放射線硬化型樹脂の硬化が行なえるようにすることを課題とする。

## 【0011】

## 【課題を解決するための手段】

本発明において上記の課題を達成するために、まず請求項1の発明では、平面陰極の表面から放出される電子をスリット付きの金属遮蔽箱より平面状の電子ビームとして発生する電子銃に、該平面陰極と電子ビームの照射面との間に電界を発生する網電極を少なくとも1つは備えたことを特徴とする電子ビーム装置としたものである。

40

## 【0012】

また請求項2の発明では、放射線硬化型樹脂を該照射面に固定して硬化させることを特徴とする請求項1に記載の電子ビーム装置としたものである。

## 【0013】

また請求項3の発明では、前記放射線硬化型樹脂がモノマーまたはオリゴマーであることを特徴とする請求項2に記載の電子ビーム装置としたものである。

50

## 【0014】

また請求項4の発明では、平面陰極の表面から放出される電子をスリット付きの金属遮蔽箱より平面状の電子ビームとして発生する電子銃に、該平面陰極と電子ビームの照射面との間に電界を発生する網電極を少なくとも一つ設け、放射線硬化型樹脂を該照射面に固定して硬化させることを特徴とする樹脂の硬化方法としたものである。

## 【0015】

請求項5の発明では、前記放射線硬化型樹脂がモノマーまたはオリゴマーであることを特徴とする請求項4に記載の樹脂の硬化方法としたものである。

## 【0016】

## 【発明の実施の形態】

以下に、本発明の実施の形態を説明する。

## 【0017】

本発明の電子ビーム装置では、電子を生成するプラズマ源から照射面への間に網電極を挿入し、網電極には陰極と同じ極性の電圧を加えるようにした。そうすることで、プラズマ源である陰極と網電極の間で空間電荷制限に支配される状態にすることで制御が容易で安定した電子ビーム電流値を取り出せるように工夫を施した。すなわち、制御格子は負の電圧を印加しているため陰極からの電子が流入しにくくなり、網電極を制御格子と考え陰極－制御格子間で空間電荷制限状態を作り出す。

## 【0018】

電子ビームは、中性粒子から電離した電子・イオンが存在するプラズマ状態から陰極側にかかる高電圧によって高速電子となって放出させる。その電子ビームは陰極にかかる電圧・電流およびプラズマとなる気体の雰囲気圧力によって大体の電流値が決まるが、電子ビームの軌道上に網電極を配置し、そこに電子と同じ負の電圧を加えることで陰極から放出される電子が空間電荷制限状態となり、電極間の電圧の $3/2$ 乗に比例する電流値となる。この空間電荷制限状態は、同極性の荷電粒子が群をなすときに起こる現象である。

## 【0019】

網電極を用いることで空間電荷制限電流を取り出し、網電極にかける電圧を調整することで安定で制御容易なビーム電流値を得ることが可能となった。

## 【0020】

本発明の電子ビーム装置は電子ビームを生成する装置に幅広く適用できるが、とくに真空中で使用する電子ビーム装置で、プラズマを生成しやすい減圧下に置かれている場合が有用である。

## 【0021】

プラズマは陰極と陽極との間で発生する。陰極は負電圧がかかる。ここで負電圧というのは、接地電位に対してマイナスであることを言う。陽極は、接地電位にすることが多いので金属製装置であれば金属外壁が陽極となる。電子ビームを作るためには、スリットから放出させるのが容易であるため、スリットが付いた金属製の箱に陰極を内蔵させプラズマを発生させる。1000V以上の高電圧が陰極に加わっているなら、そのエネルギーを持った電子がスリットより放出される。スリットを出た電子は自らのクーロン力で斥力がかかり広がりを持つが平面上に電子ビームを得ることができる。

## 【0022】

網電極には、直流の負電位の任意電圧が加えられる。この電圧を加減することによって空間電荷制限電流により決まるビーム電流値を自在に可変出来るが、理論上プラズマの放電電流よりも大きなビーム電流値を得ることは出来ない。この網電極により制御性の良いビームを得られることができ、さらに安定性を向上させることもできる。網電極はステンレス鋼線でもビーム電流値が数mA～数十mAオーダーであるなら使用に耐えられる。網電極の編み目寸法は特に限定しないが、線径0.050mm～0.030mmで150～300メッシュのものが電界の効果が大きく現れるので好ましい。ステンレス鋼線はJIS G 4309に規定されているものを用いている。

## 【0023】

プラズマから電子を引き出すことから空間が電子源となる。よってプラズマ発生用の電極と金属箱を大きくすればプラズマの体積も広がるので、スリットの幅方向に広い電子ビームを得ようとしたときに簡単に実現できる。このときも、網電極の面積を容易に大きくできるので、幅広い形の電子ビームを使うときでも簡単に電流制御を行える。

#### 【0024】

このような電子ビーム発生装置を用い、放射線硬化型樹脂として硬化できるアクリレートモノマーおよびオリゴマーの例には、ジエチレングリコールジアクリレート、トリエチレングリコールジアクリレート、トリプロピレングリコールジアクリレート、1-6-ヘキサジオールジアクリレート、1-9-ノナンジオールジアクリレート、ジメチロールトリシクロデカンジアクリレート、EO（エチレンオキシド）変性トリメチロールプロパントリアクリレート、PO（プロピレンオキシド）変性トリメチロールプロパントリアクリレートなどが挙げられるが、アクリル基を含有するモノマーやオリゴマーであるならこれらに限らない。

#### 【0025】

##### 【実施例】

以下に、本発明の実施例を具体的に説明する。

#### 【0026】

##### <実施例1>

本発明の実施例1の電子ビーム装置を、図1に示す。この装置を真空装置に入れ、 $1.0 \times 10^{-1}$  Paまで減圧した。プラズマを発生させるためのArガスを導入し内部圧力を適正化した長方形のSUS（Steel Use Stainless）製ケース1（縦75mm、横200mm、奥行き450mm、肉厚15mm）を設け、スリット2（隙間幅1.5mm、奥行き400mm）を付けた。網電極3には負電圧が加わるように直流可変電源6を接続し、放電電極4（SUS製 縦60mm、横400mm、厚さ36mm）には直流電源5を接続して、プラズマを発生させる。放電電極電圧は10kVとして、放電電流80mAでプラズマを生成し電子ビームを発生させた。網電極3には-200～-500Vの電圧をかけられるようにし、電子ビーム照射面7に到達する電流密度を測定した。

#### 【0027】

##### <比較例1>

実施例1の電子ビーム装置で網電極3を取り除き、スリット2と電子ビーム照射面7の間には何も無い構成で、放電電極電圧は10kVとして、放電電流を80mAでプラズマを生成し電子ビームを発生させた。電子ビーム照射面7に到達する電流密度を測定した。

#### 【0028】

##### 【表1】

網電極電圧[V]		0	-200	-300	-400	-500	安定性
電流密度 [ $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ ]	実施例1	-	3.9	3.4	2.5	1.8	○
	比較例1	5.0	-	-	-	-	×

#### 【0029】

この表1で実施例1では電流密度は低くなるが、1時間以上運転しての電流変動率をみたところ安定性は上がった。網電極電圧を変えることで低電流の電子ビームも得ることができ、プラズマの圧力や放電電流を変えずに電子ビーム電流を変えることができた。

#### 【0030】

##### <実施例2>

25 $\mu\text{m}$ 厚のPET（ポリエチレンテレフタレート）フィルムを真空装置の中に入れ、実施例1の電子ビーム装置の電子ビーム照射面に固定した。このフィルムの上にアクリレート（共栄社化学株式会社製3EG-A）の樹脂モノマーを付着させ、電子ビームを照射させた。放電電圧10kV、放電電流80mA、網電極電圧-200Vで硬化させた。硬化

により得られた有機膜層の厚さが $0.5\mu\text{m}$ となり充分な樹脂の硬化が行えた。

【0031】

【発明の効果】

本発明の電子ビーム装置は、平面陰極と電子ビームの照射面との間に、もう一つの電極を挿入し電圧を変化させることで、プラズマの圧力や放電電圧・電流によって変わる電子ビーム電流値を容易に制御することができる。また本発明の電子ビーム装置は、プラズマが不安定になりがちな低電流電子ビームを電圧制御することができるので、プロセスの安定化を大きく向上することができる。さらに本発明の電子ビーム装置は、電圧制御された低電流電子ビームでモノマーやオリゴマーを硬化することができるので、硬化に不要な過剰電子を少なくすることで、有機膜や基材へ帯電を少なくすることもできる。

10

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の電子ビーム装置の構成例を示す断面図である。

【符号の説明】

- 1…SUS製ケース
- 2…スリット
- 3…網電極
- 4…放電電極
- 5…直流電源
- 6…直流可変電源
- 7…電子ビーム照射面

20

【図1】

